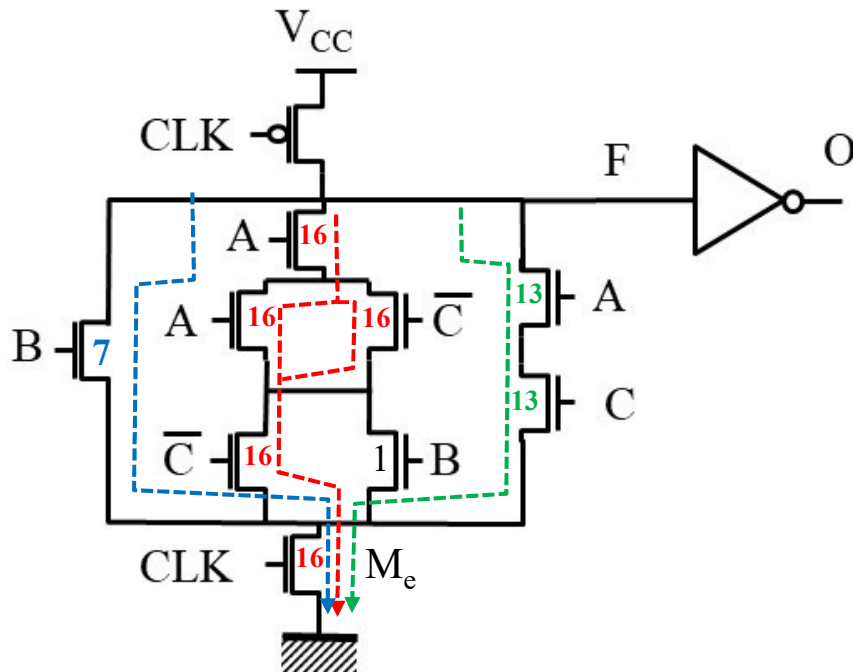


1) Del circuito in figura si determini l'espressione booleana al nodo F e O.

2) Dimensionare i transistori nMOS in modo che il tempo di discesa al nodo F sia inferiore o uguale a 75pS. Si ottimizzi il progetto per minimizzare l'area occupata da tutti i transistori. Si tenga conto che i transistori dell'inverter di uscita hanno le seguenti geometrie:  $S_P=100$ ,  $S_N=50$ .



**Parametri tecnologici:**

$$R_{rifp} = 10.68 \text{ Kohm}$$

$$R_{rifn} = 5.39 \text{ Kohm}$$

$$C_{ox} = 5 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$$

$$L_{min} = 0.25 \mu\text{m}$$

$$V_{cc} = 3.3 \text{ V}$$

1)  $F = (AC) + A(B + \overline{C})(\overline{C} + A) + B \cdot \text{CLK} + \overline{\text{CLK}}$ ,  $O = \overline{F}$

2) **Caso peggiore** (-----)  $ABC=100 \rightarrow 3.5 \text{ nMOS}$

$$R_{eqN} = 3.5 R_N \leq \frac{75 \text{ ps}}{0.69 \cdot C_L} \quad C_L = C_{ox} \cdot L_{min}^2 \cdot (S_P + S_N) = 92 \text{ fF}$$

$$\Rightarrow R_N = 337 \Omega \quad \Rightarrow S_N = \frac{R_{eqn}}{R_N} = 15.99 \Rightarrow \boxed{S_N = 16}$$

**II Caso :** (-----)  $ABC=011 \Rightarrow 1 \text{ nMOS} + M_e$

$$R_{eqN} = R_N + R_{Me} \Rightarrow R_N \leq (75 \text{ ps} / 0.69 \cdot C_L) - R_{Me} = 844 \Omega \Rightarrow S_N = 6.38$$

$$\Rightarrow \boxed{S_N = 7}$$

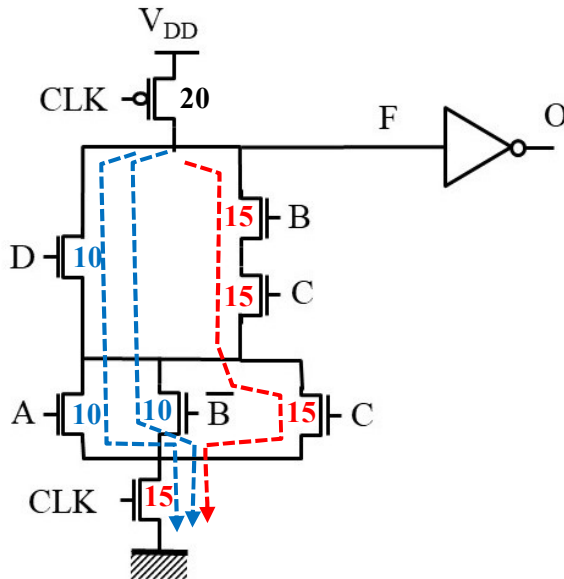
**III Caso :** (-----)  $ABC=101 \Rightarrow 2 \text{ nMOS} + M_e$

$$R_{eqN} = 2R_N + R_{Me} \Rightarrow R_N \leq ((75 \text{ ps} / 0.69 \cdot C_L) - R_{me}) / 2 = 422 \Omega$$

$$\Rightarrow S_N = 12.7 \quad \Rightarrow \boxed{S_N = 13}$$

Scrivere la funzione logica al punto O. Dimensionare i transistori N in modo che il tempo di discesa al nodo F sia inferiore a 100ps. Ottimizzare il progetto. Calcolare il tempo di salita al 50%. Determinare le capacità di carico per i segnali A e C.

Si consideri la capacità di ingresso dell'inverter pari a 100fF.



### Parametri tecnologici:

$$R_{\text{rifP}} = 10.68 \text{ Kohm}$$

$$R_{\text{rifN}} = 5.39 \text{ Kohm}$$

$$C_{\text{ox}} = 5 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$$

$$L_{\text{min}} = 0.25 \mu\text{m}$$

$$V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$$

$$F = (A + \overline{B} + C)(D + (BC)) \cdot \text{CLK} + \overline{\text{CLK}} \quad O = \overline{F}$$

**Percorso critico (-----)** ABCD = 0110  $\Rightarrow$  4 nMOS ( $R_{\text{eqN}} = 4R_{\text{N}}$ )

$$t_{\text{pHL}} = 0.69 \cdot C_{\text{INV}} \cdot R_{\text{eqN}} \leq 100 \text{ ps} \Rightarrow R_{\text{N}} \leq \frac{100 \text{ ps}}{4 \cdot 0.69 \cdot 100 \text{ fF}} = 362 \Omega$$

$$\Rightarrow S_{\text{N}} \geq \frac{R_{\text{rifN}}}{R_{\text{N}}} = 14.89 \quad \boxed{S_{\text{N}} = 15}$$

**II caso (-----)** ABCD = 1101 opp 0001  $\Rightarrow$  2 nMOS +  $M_{\text{e}}$

$$\Rightarrow R_{\text{N}} \leq \left( \frac{100 \text{ ps}}{0.69 \cdot 100 \text{ fF}} - R_{\text{Me}} \right) / 2 = 543 \Omega \Rightarrow S_{\text{N}} \geq 9.92 \Rightarrow \boxed{S_{\text{N}} = 10}$$

$$t_{\text{plh}} = 0.69 \cdot C_{\text{INV}} \cdot R_{\text{P}} \quad \text{ma } R_{\text{P}} = \frac{R_{\text{rifP}}}{20} \Rightarrow t_{\text{plh}} = 3.72 \text{ ps}$$

$$C_{\text{A}} = C_{\text{ox}} \cdot L_{\text{min}}^2 \cdot (S_{\text{A}}) = 6.125 \text{ fF}$$

$$C_{\text{C}} = C_{\text{ox}} \cdot L_{\text{min}}^2 \cdot (S_{\text{C}}) \cdot 2 = 18.4 \text{ fF}$$